

İÇ MEKÂN TASARIMINDA DEĞİŞKEN AKUSTİK TASARIM YAKLAŞIMLARI*

VARIABLE ACOUSTIC DESIGN APPROACHES IN INTERIOR DESIGN

Dr. Sevgi Aslantaş

sevgiatici@hacettepe.edu.tr
ORCID ID: 0009-0002-3807-7372
MAKALE GELİŞ TARIHİ: 29 Ağustos 2024 · YAYIMA KABUL TARIHİ: 27 Mart 2025

Prof. Dr. Pelin Yıldız

Hacettepe Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi,
İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü
pelin@hacettepe.edu.tr
ORCID ID: 0000-0002-7201-8213

Öz

Teknolojik gelişmelerin getirdiği dönüşümlerin yansımaları iç mekânların çok işlevli kullanımı yaygınlaşmakta, mekânın işlevine uygun işitsel konfor koşullarının sağlanması yönelik yürütülen iç mekân akustik tasarımın artık birden fazla işleve göre kurgulanması gerekmektedir. Literatürde iç mimarlık alanında bu konuya değinilmemesini problem edinen çalışma, birden fazla işlevin akustik koşullarının aynı iç mekânda farklı uygulama yaklaşımlarıyla çözümlenmesini sağlayan değişken akustik tasarıma odaklanmaktadır. Çalışmada önce literatür taraması yapılarak dört değişken akustik tasarım yaklaşımı ortaya konulmuştur. Sonra, belirlenen bu yaklaşımların nasıl kullanıldığı uygulanmış üç proje üzerinden doküman analizi yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda iç mekânlarda farklı işlevlerin değişken akustik parametre değerlerinin, hangi değişken akustik tasarım yaklaşımlarının birlikte kullanımı ile çözümlendiği ortaya konulmuştur. Çalışmanın verilerinin çok işlevli iç mekânlar tasarlanırken tasarımcılar tarafından kullanılabileceği düşünülmektedir.

Abstract

With technological developments and transformations, multifunctional use of interior spaces is becoming widespread, therefore acoustic design should be designed according to more than one function. The study, which finds it problematic that this issue is not addressed in interior architecture in literature, focuses on variable acoustic design that can solve different acoustic conditions with various application approaches. First, four variable acoustic design approaches were determined by literature review, then, how they were used was analyzed in three projects with document analysis method. As a result, it was revealed with which variable acoustic design approaches the changing acoustic parameters of different functions in interior spaces were solved. Thus, it is thought that the study will guide designers when designing interior spaces.

Anahtar Kelimeler: Değişken Akustik Tasarım, Çok İşlevli İç Mekân Tasarımı, Değişken Akustik Tasarım Yaklaşımları

Key Words: Variable Acoustic Design, Multifunctional Interior Design, Variable Acoustic Design Approaches

* Aslantaş, S., Yıldız, P. (2025). İç Mekân Tasarımında Değişken Akustik Tasarım Yaklaşımları. Sanat ve Tasarım Dergisi, (36), 17-38.

* Bu çalışma birinci yazarın İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Yüksek Lisans Programında hazırlamış olduğu yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

GİRİŞ

Günümüz yaşantısı, teknolojinin getirdiği yeniliklerin ve dönüşümlerin bir yansıması olan değişim kavramı ve ilişkili olduğu bileşenlerle yeniden yapılandırılmaktadır (Özturan, 2010, s.125). Bu yapılandırma makro ölçekten mikro ölçeğe kadar birçok disiplini etkisi altına almakta, son yıllarda tasarım yaklaşımlarında da etkisinin netleştiği, esneklik ve değişkenlik kavramlarının kentten iç mekân donatısı ölçeğine kadar bütün tasarım disiplinlerince ele alındığı görülmektedir. Öyle ki toplumun değişen aile yapısı, yaşam biçimi, zamanla değişen kullanıcı beklentileri, hızlı nüfus artışı mekânların küçülmesiyle iç mekân biçimlenişini de etkilemiş ve değişen kullanıcı ihtiyaçları için, mekânların ve donatıların çok işlevli kullanımı yaygınlaşmıştır (Özturan, 2010, s.129). “Bir mekân, içinde yaşayan kullanıcıların her türlü fiziksel ihtiyaçlarını; görsel, işitsel, ısısal olarak servis ömrü süresince karşılayabilmelidir”(Kayan ve Tekin, 2013, s.210). Dolayısıyla bir mekânın kullanım süresi boyunca sağlaması gereken gereksinimler de çok işlevli olma durumunda dönüşüme uğramaktadır. Çünkü mekânın çok işlevli kullanımı, mekânın kullanım süresi boyunca her işlevinin gereksinimlerini sağlayabilmesini gerektirmektedir. Bu gereksinimlerden bir olan işitsel konfor koşulları ise insan yaşamında önemli bir parametredir (Kayan ve Tekin, 2013, s.210). Akustik mekânlar konuşma, müzik, müzikli veya müziksiz performans gibi işitsel amaçlı işlevlerde kullanılabilir. Bir mekânın işlevine uygun işitsel konfor koşullarını sağlamaya yönelik yürütülen tasarım sürecine mimaride, akustik tasarım denmektedir (Çalışkan, 2011, s.1). Bakıldığında işitsel iletişimin gerekli olduğu bütün mekânlarda da akustik tasarım gereklidir (Çalışkan, 2011, s.1). Bu bilgiler doğrultusunda çalışmada iç mekân akustiğine odaklanmanın önemli olduğu düşünülmektedir.

Tarihsel sürece bakıldığında tüm dünyada 1990'lardan sonra akustik mekânların maliyetli olması gerekçesiyle birden fazla işlevi bir arada barındıran çok amaçlı salon kullanımının arttığı (Seven, 2020, s.iv) ve tasarımcılardan bu farklı işlevlerin akustik koşullarını çözümleyebilecek öneriler geliştirmesi beklenmektedir. Böyle bir ihtiyaç doğrultusunda ortaya çıkan değişken akustik tasarım ise mekânın birden fazla işlevi sağlayacak şekilde farklılaşan işlevlere göre değişken özellikte tasarlanmasıdır (Aslantaş, 2020, s.29). Mimari tasarım süreciyle eş zamanlı ele alınması gereken akustik tasarımın çıktılarına, iç mekân tasarım sürecinde başvurulmakta (Çalışkan, 2011, s.2) dolayısıyla iç mekânın akustik koşullarının farklı işlevlere uygun olacak şekilde tasarlanmasına imkân tanıyan tasarım yaklaşımları önem kazanmaktadır. Mimari akustiğin iki ana dalı vardır; biri yapı akustiği diğeri ise hacim akustiğidir. Yapı akustiği, yapı ve çevresindeki gürültü kaynaklarının belirlenerek, yapıda yeterli akustik yalıtımın oluşturulması ve denetlenmesini kapsarken; hacim akustiği, hacmin içerisinde sesin homojen yayılım gösterecek şekilde iç mekânın boyutlandırılması, yüzey

malzemelerinin seçilmesi ve konumlandırılması sürecini kapsar (Aslantaş, 2020, s.3). Bu çalışma iç mekânın hacim akustiğine odaklanmakta ve hacim akustiği parametreleri de işlevlere göre değişiklik göstermektedir (Ergin, 2014, s.50) (Görsel 1).

Yüksek Öğretim Kurumu Tez Merkezi'nde 'akustik' alanında yazılan tezlere bakıldığında ve konu mimarlık olarak sınırlandırıldığında 314 tane teze ulaşılrken iç mimarlık olarak sınırlandırıldığında 55 tane teze ulaşılmaktadır. Değişken akustik tasarım olarak bakıldığında ise 4 adet tez olduğu ve hepsinin de mimarlık anabilim dalında yazıldığı görülmektedir (YÖKTEZ, 2024). İç mekân ölçeğinde değişen akustik koşullara yönelik tasarım yaklaşımlarına yeteri kadar değinilmemesini problem edinen çalışma bu perspektiften, akustik tasarıma en duyarlı mekânlardan olan konferans salonlarında (Çalışkan, 2011, s.1), farklı akustik koşullara sahip işlevlerin çözümlenmesine imkân tanıyan 'değişken akustik tasarımın' hacim akustiğine odaklanmaktadır. Çalışmada değişken akustik tasarımın bağlı olduğu akustik parametre göz önüne alınarak iç mekânlardaki değişken akustik tasarım yaklaşımlarının literatür taramasıyla ortaya konulması ve bu yaklaşımların doküman analizi yöntemi ile üç örnek proje üzerinden analizinin yapılması amaçlamaktadır.

Literatürdeki benzer bağlamlarda yer alan çalışmalar incelendiğinde, çok amaçlı salonlar özelinde değişken akustik koşulların sağlanması için yöntem önerisinde bulunulduğu (Seven, 2020), mekâna hacim ekleme ile sahne sistemlerinin ve akustik perde sistemlerinin kullanımının bilgisayar simülasyonunda analiz edildiği (Türkmen, 2013) ve perfore panel sistemlerinin bu koşulları sağlama potansiyelinin incelendiği (Eşmebaşı, 2019) görülmektedir. Bu çalışma ise değişken akustik tasarımın iç mekân tasarım yaklaşımlarına odaklanmakta ve inşa edilmiş üç proje üzerinden bu yaklaşımların kullanımlarını değerlendirmektedir. Birbirinden farklı ve birbirine benzer iç mekân tasarım yaklaşımlarını kullanan bu örnekler üzerinden; benzer yaklaşımların farklı işlev birlikteliklerinde, farklı yaklaşımların ise aynı işlev birlikteliklerinde nasıl kullanıldığı ortaya konulmaktadır. Çalışma bu yönüyle diğer çalışmalardan farklılaşmaktadır. Çalışmanın sonucunda ortaya konulan verilerin çok işlevli kurgulanan iç mekân tasarımında tasarımcılara yol gösterici olabileceği düşünülmektedir.

Değişken Akustik Tasarım

Değişken akustik tasarım, bir hacmin, farklı işlevlerin değişen akustik koşullarını sağlayabilmesine için değişken nitelikte tasarlanmasıdır (Aslantaş, 2020, s.29). Birden fazla işlevi içinde barındıran bir iç mekânda, değişken akustik tasarım planlanırken ilk olarak iç mekânın ana işlevine göre akustik tasarımı planlanır. Sonra diğer işlevler için değişken akustik tasarım yaklaşımlarından faydalanılarak aynı iç mekânın diğer işlevlerin değişen akustik parametrelerini

karşılması sağlanır (Aslantaş, 2020, s.82). Bu değişkenliğin akustik parametresi ise (Reverberasyon) çınlama süresidir. İlk Walter.C. Sabine'nin 1895-1900 yıllarında kullandığı çınlama süresi, bir ses kaynağının kapatıldıktan sonra sesin hacmin içerisinde 60 desibel düşmesi için geçen süredir (Everest, 2001, s.135). Akustik mekânların İşlevlerine göre değişen çınlama süresi değerleri (Görsel 1)'de görülmektedir.

İşlev		Hardy	Barron	Long
Konuşma/ Tiyatro	Derslikler & Konferans Salonları	0.9 – 1.1	-	0.4 – 0.8
	Tiyatro Salonları	0.9 – 1.4	0.7 – 1.0	0.8 – 1.2
	Konuşma Yapılan Salonlar	-	-	1.0 – 1.6
Müzik	Kilise Orkestrası ve Koro/ Org müziği	2.0 – 2.4	-	1.7 – 2.2
	Senfoni müziği	1.7 – 2.1	1.8-2.2	1.3 – 1.8
				1.5 – 2.1
	Resital & Oda Müziği	1.4 – 1.7	1.4-1.8	-
Opera		1.5 – 1.8	1.3-1.8	1.2 – 1.6
Müzikal		1.2 – 1.4	-	-

Görsel 1. Farklı İşlevlerin Çınlama Süresi Değerleri (Aslantaş, 2020, s.33)

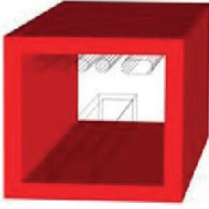
Sabine çınlama süresinin formülünü $T30 = 0.16 V/A$ olarak vermiştir. (V) akustik mekânın toplam hacmi, (A) ise mekânın yüzeylerindeki malzemelerin toplam yutuculuk değeridir. Bu formülden de anlaşılacağı üzere çınlama süresi odanın toplam hacmine (V) ve toplam akustik yutuculuğuna (A) bağlıdır (Barron, 2010, s.30). Bu formüle göre değişkenliğin yaratılabileceği üç unsur; hacim, dinleyici sayısı ve mekândaki akustik yüzeylerdir (Barron, 2010, s.394). Dinleyici sayısının üç bileşenden biri olma nedeni, giysilerinden dolayı mekânda yutuculuk oranını değiştirmesi (Barron, 2010, s.22) ve mekânın toplam hacmine etkilemesinden kaynaklanmaktadır. Buradan hareketle, iç mekânlarda değişen işlevlerin çınlama süresi değerlerinin elde edilebilmesi için bu üç bileşenin değişebiliyor olması gerekmektedir.

Bir iç mekânın farklı işlevlerinin değişen akustik koşulları ya fiziksel olarak değişebilir yapı sistemleri ile ya da sese ait özellikleri teknik destekle değiştirebilen elektro akustik sistemlerden faydalanılarak sağlanabilir (Aslantaş, 2020, s.35). Her iki yaklaşımda da tasarımın anlamlı olabilmesi için yapının değişen işlevlerine uygun çınlama süresi değerlerini sağlanması gerekir (Barron, 2010, s.385). Değişken akustik tasarımın üç unsuru göz önüne alınarak, fiziksel olarak değişebilen yapı sistemlerine baktığımızda ise (Görsel 2); yapı kabuğunun değişmez olduğunu, ayarlanabilir ve değiştirilebilir özellikte olanların bölücü duvarlar, tavan, döşeme, sabit donatılar, cihazlar, ekipmanlar ve mobilyalar olduğu görülmektedir. Bu nedenle değişkenliğin, ayarlanabilir ve değiştirilebilir sistemler aracılığıyla tasarlanması gerekir.

Uzun Ömürlülük
(100-50 yıl)

DEĞİŞTİRİLEMEZ

Yerleşim gelişimi
Destekleyici sistem
Yapı kabuğu



Orta Ömürlülük
(50-15 yıl)

AYARLANABİLİR

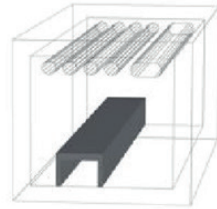
iç duvarlar
tavanlar
zeminler
sabit donatılar



Kısa Ömürlülük
(15-5 yıl)

DEĞİŞTİRİLEBİLİR

Cihazlar
ekipmanlar
mobilyalar

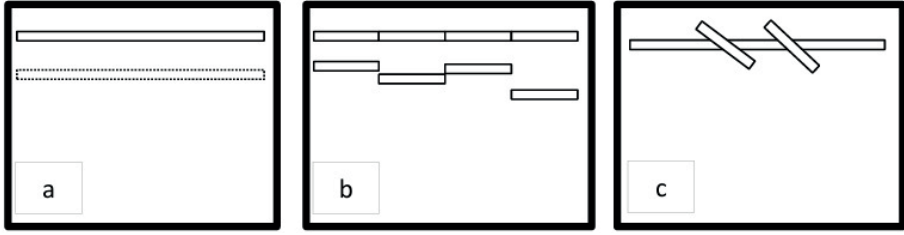


Görsel 2. Yapı Sisteminde Değişkenlik Kavramının İrdelenmesi (Kendall, 2006, s. 13).

Değişken akustiğin bağlı olduğu bileşenler ve yapı elemanlarındaki değişken iç mekân bileşenleri göz önüne alındığında; İç mekânda değişken akustik tasarım yaklaşımları dört başlıkta ele alınmaktadır. Bunlar; iç mekân hacmini değiştirebilir tasarlamak, kullanıcı sayısını değiştirebilir tasarlamak, yüzeylerin akustik emilimini değiştirebilir tasarlamak ve Değişken çınlama süresi sağlayabilen elektro akustik sistemler kullanmaktır.

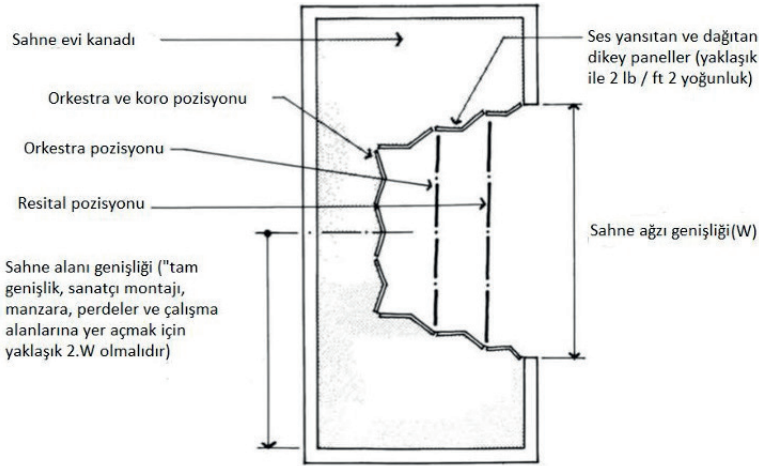
İç Mekân Hacmini Değiştirebilir Tasarlamak

Akustik mekânlarda toplam iç mekân hacmini değiştirebilmek için: hareketli tavan uygulamaları, hareketli bölücü panel uygulamaları (Barron, 2010, s.386) ve mekânın bitişigine yankı odası ekleme (Long, 2014, s.814) yöntemleri kullanılabilir. Bu yöntemlerden mekân hacmini değiştirebilmek için en etkin olanı hareketli asma tavan uygulamaları (Barron, 2010, s.386) olup daha çok dinleyici bölümlerinde tercih edilmektedir. Ancak asma tavanlar hareketli olabilmesi için mekânın toplam hacminin yeni hacimler için uygun olması gerekir. Akustik açıdan problem yaşamamak için tavan yüksekliği ile oda hacminin oranının $1/3$ 'ü ve $2/3$ 'ü arasında olması gerekir (Everest ve Pohlmann, 2009, s.389). Asma tavan üç farklı şekilde hareketli tasarlanabilir (Görsel 3); bütün olarak hareketli tavan, parçalar halinde hareketli tavan, açılabilir-kapanabilir tavan (Aslantaş, 2020, s.38). Akustik mekânların sahne bölümlerindeki tavan sistemlerinde ise daha çok elektrikli vinçlerle sahnenin belirli bir bölümüne toplanabilen tavan sistemleri tercih edilmektedir.



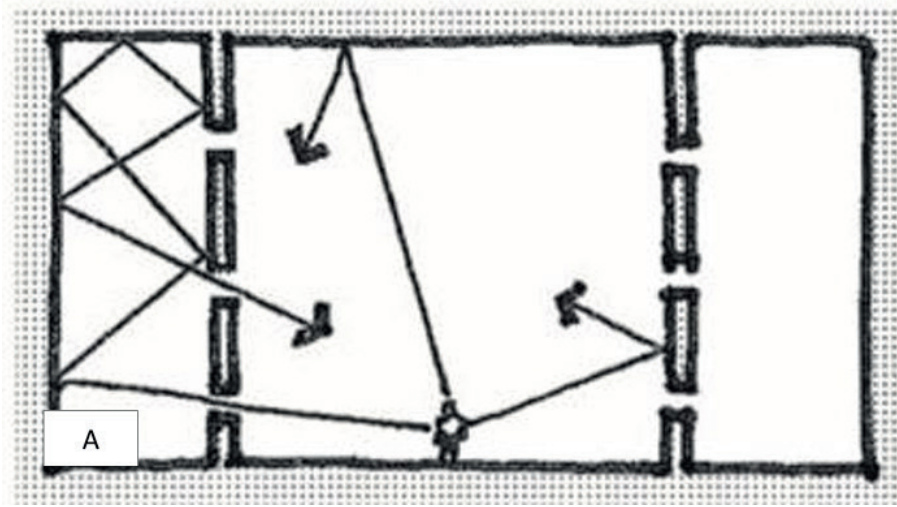
Görsel 3. Hareketli Asma Tavan Uygulamaları. a) Bütünsel, b) Parçalı, c) Açılabilir-Kapanabilir (Aslantaş, 2020, s.38)

Hareketli duvar sistemlerine baktığımızda ise görsel 4’de de gördüğümüz gibi mekândaki hacmi değiştirebilecek değişken özellikteki yapı sistemlerinin bölücü duvarlar olduğu görülmektedir. Akustik mekânlardaki bu bölücü duvarlar, sahnenin önünde yer alan sahnenin dinleyici bölümüne açıldığı sahne ön duvarı ve sahnenin içerisinde yer alan ve orkestra kabuğudur (Görsel 4). Orkestra kabuğu, sahnede gösteri sırasında seslerin sahnede azalmadan dinleyiciye yönlendirilmesi amacıyla kullanılır (Holden, 2016, s.96). İstenilen sahne genişliklerine göre hareket ettirilebilir.



Görsel 4. Sahn Bölümündeki Orkestra Kabuğu ve Sahn Önü Duvarı (Egan, 2007, s.139, yazar tarafından düzenlenmiştir)

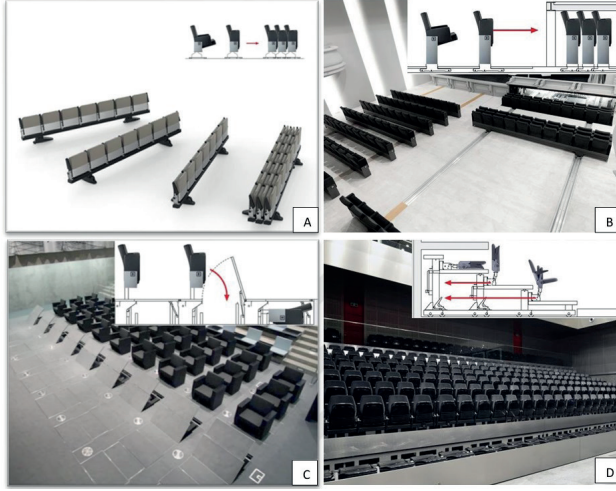
Mekân hacmini arttırmanın diğer bir yolu ise yankı odası kullanımıdır (Görsel 5). Mekânın bitişiğinde bulunan, kapı veya hareketli duvarlarla ana mekâna bağlanan ve gerekli durumlarda açılarak toplam hacme eklenebilen odalara yankı odası denmektedir. Ancak yankı odaları diğer uygulamalardan farklı çalışır. Bu odalar enerjiyi içine alır, belirli oranda soğurarak ana hacme geri gönderir (Long, 2014, s.814). Diğer iki uygulamada da ses artan hacmin içerisinde soğurulur ve biter.



Görsel 5. Yankı Odası Planı (Ermann, 2015, s.70)

Kullanıcı Sayısını Değiştirebilir Tasarlamak

Kullanıcı sayısı akustik mekânlarda hem odanın toplam hacminde hem de mekânın önemli akustik emilim alanı olan oturma elemanlarının sayısında etkilidir. Barron'a göre de dinleyiciler giysileriyle mekânda hareketli emici yüzeyleri oluşturur (Barron, 2010, s.22). Bu nedenle kullanıcı sayısındaki değişiklik mekânın farklı işlevler için gerekli olan çınlama süresine hem yutuculuk hem de toplam hacim bağlamında etki etmektedir. Akustik mekânlara baktığımızda kullanıcı sayısını değiştirmek için mekândaki oturma elemanlarının herhangi bir yerde depolanması ve gerekli durumlarda mekâna tekrar dâhil edilebilmesi gerekir. Sahne bölümündeki orkestra çukuru oturma elemanlarının depolanması için iyi bir depolama alanı sağlar. Orkestra çukuru, "opera vb. müzikli gösterilerde izleyenlerin sahneyi görmesini engellemeyecek biçimde en öndeki koltuk sırası ile sahne arasındaki bulunan, orkestranın yer aldığı boşluk" tur (TDK, 2024). Bu alan sahne asansörleri kullanılarak tasarlanmaktadır. Sahne asansörler dikey yönde hareket eden sahne kotundan itibaren farklı kotlarda ayarlanarak sahne alanını büyütme veya küçültme, orkestra çukurunu oluşturma veya gerekli durumlarda oturma alanlarını orkestra çukuruna depolama için kullanılabilir. Oturma alanları ise, tekerlekli, raylı, geri çekilebilir veya direkt bulunduğu döşemede depolanabilir özellikte tasarlanabilmektedir (URL-1) (Görsel 6).

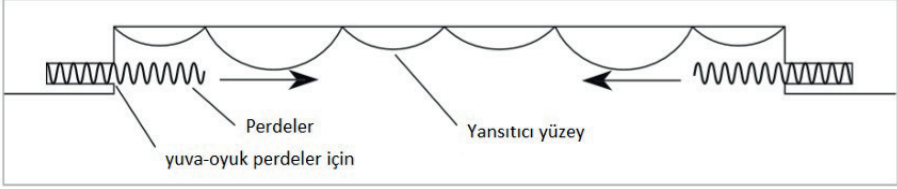


Görsel 6. Akustik Mekânlardaki Hareketli Oturma Sistemleri A: Tekerlekli, B: Raylı, C: Döşeme Altına Depolanabilen ve D: Geri Çekilebilir (URL- I).

Yüzeylerin Akustik Emilimini Değişebilir Tasarlamak

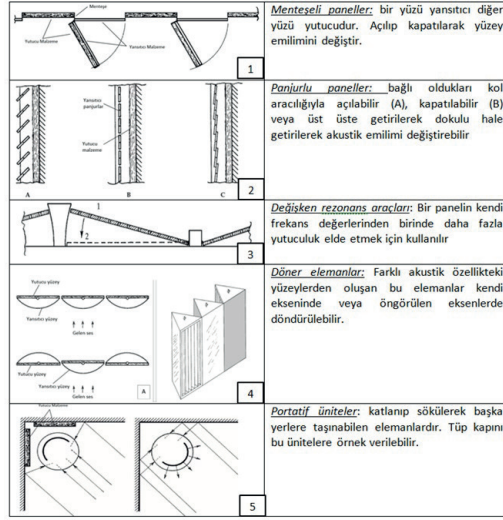
Akustik mekânlarda yüzey alanları, istenilen işleve uygun akustik emilimi sağlayacak akustik özellikte malzemeler kullanılarak oluşturulur. Malzemelerin akustik özelliklerini ise sesle karşılaştıklarında sesi ne oranda yutup ne oranda yansıttığı veya nasıl yansıttığı belirler. Her malzeme sesi belirli oranda yutar, yansır ve iletir. Malzemenin akustik özelliğini yutuculuk katsayısı belirler. Yutuculuk katsayısı 0 (yansıtıcı) ile 1 (emici) değerleri arasında olup, yutuculuk katsayısı 1 e ne kadar yakın olursa o malzemenin yutuculuğu o kadar artar (Asselineau, 2015, s.48). Dolayısıyla gelen sesin %50'sinden fazlasını yutan malzeme yutucu, yansıtan malzeme yansıtıcıdır. Yansıtıcı özellikte olup sesi geldiği açıdan bağımsız olarak yansıtan malzemeler ise saçıcı özelliktedir (Barron, 2010, s.24). Akustik bir iç mekânın yüzeylerinin akustik emilimini değiştirmek için ise bu yüzeylerin yutuculuk özelliklerinin değiştirilmesi ve tasarımın en başından bu değişimlere uygun olasılıkların oluşturulması gerekir (Holden, 2016, s.170). Değişken akustik emilim yaratabilecek sistemler: perde sistemleri, Afiş sistemleri ve hareketli panel sistemleri olarak gruplanabilir (Aslantaş, 2020, s.59).

Perde sistemleri, akustik mekânlardaki önemli yutucu malzemelerdendir. Duvara belirli bir mesafede yerleştirilen perdeler manuel veya motorlu olarak açılıp kapatılarak duvarın akustik emilimini değiştirebilir (Holden, 2016, s.173) (Şekil 6). Perde sistemlerine benzer çalışan afiş sistemleri de genelde duvarda asılı olarak bulunup (Barron, 2010, s.389), yuvalar aracılığıyla yukarı aşağı veya sağa sola hareket ettirilebilir (Holden, 2016, s.175).



Görsel 7. Duvarda akustik emilimi değiştiren Perdeler (Everest and Pohlmann, 2009, s.278).

Diğer bir yöntem olan hareketli paneller ise, yüzeyleri farklı akustik yutuculukta olan ve farklı hareket özellikleriyle tasarlanan panellerdir. Bu paneller, tasarımda farklı özellikteki yüzeylerinin kullanımı ile sesin emilimini ve yönelimini değiştirir. Hareketli panel sistemleri: Menteşeli, panjurlu, değişken rezonanslı, döner veya portatif olarak kullanılabilir (Everest ve Pohlmann, 2009, s.280-287). (Görsel 8).



Görsel 8. Hareketli Panel Uygulama Çeşitleri (Everest ve Pohlmann, 2009, s.280-287).

Değişken Çınlama Süresi Sağlayabilen Elektro Akustik Sistemler

Ses geliştirme sistemleri ile iç mekânda değişken çınlama süresi değerleri sağlayabilen değişken özellikte elektro akustik sistemler (Barron, 2010, s.395) ya hacmin yüzeylerindeki yankıları değiştirebilir ya da mekanik olarak ek yankılar oluşturabilir (Barron, 2010, s.395). Mekânın yüzeylerindeki yankılanmayı değiştiren sistemlerde, yüzeylere yerleştirilen elektronik ekipmanlarla, yüzeyin toplam yansıma oranı istenilen oranlarda artırılarak çınlama süresi değiştirilebilir (Barron, 2010, s.395). Ek yankılanma üreten sistemlerde ise yankılanma direkt olarak işlemcinin kendisi tarafından üretilmektedir (Barron, 2010, s.395).

Tüm bu bilgilerden hareketle çalışmada bu dört yaklaşımın, konser salonlarının iç mekânlarında farklı işlev birlikteliklerinde kullanımının analizinin yapılması planlanmaktadır.

YÖNTEM

Çalışmada nitel araştırma yöntemi olan doküman analizi yöntemi kullanılmaktadır. “Doküman analizi, araştırma verilerinin birincil kaynağı olarak çeşitli dokümanların toplanması, gözden geçirilmesi, sorgulanması ve analizi olarak tanımlanabilen bilimsel bir araştırma yöntemidir” (Sak, Şahin Sak, Öneren Şendil ve Nas, 2021, s.228). Bu çalışmada doküman analizinde, belirlenen projelerin görsel bilgileri ve fotoğrafları veri olarak toplanmıştır. Çalışmada incelenecek örnekler seçilirken; 2005 yılından sonra inşa edilmiş, aynı ana işlev için tasarlanmış ve mekânın farklılaşan işlevleri için benzer ve farklı değişken akustik tasarım yaklaşımlarını uygulamış olmasına dikkat edilmiştir. Bu doğrultuda senfonik müzik kullanımı için tasarlanmış, diğer işlevler için kullandıkları değişken akustik tasarım yaklaşımları benzer ve farklı olan Ahmed Adnan Saygun Sanat Merkezi Büyük Salonu, Bela Bartok Ulusal Konser Salonu ve Malviç Sanat Sarayı Konser Salonu belirlenmiştir.

BULGULAR

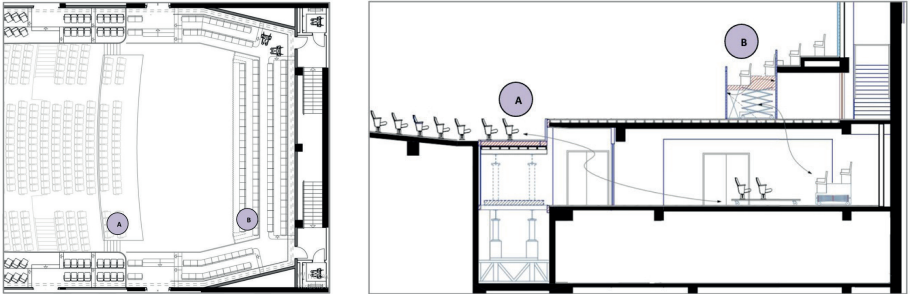
Çalışmada kuramsal olarak açıklanmış bilgiler doğrultusunda, belirlenen üç örnek projede önce ana işlev için planlanmış iç mekân akustiğinin genel özelliklerine değinilecektir. Sonra değişen işlevler için faydalanılan değişken akustik tasarım yaklaşımlarını incelenecektir. En sonunda ise faydalanılan yaklaşımlarla birlikte el edilen çınlama süresi değerleri Literatürce desteklenerek ortaya konulacaktır. Bütün bu bilgiler doğrultusunda, bu üç projede kullanılan yaklaşımlar karşılaştırılarak değerlendirilecektir.

Ahmed Adnan Saygun Sanat Merkezi(AASSM) Büyük Salonu

Türkiye İzmir’de bulunan ve İzmir Büyükşehir Belediyesi’nin 2000 yılında düzenlediği proje yarışmasında birinciliği Tozkoparan Mimarlık Ltd. (Mim. Tevfik Tozkoparan) aldığı ve inşa sürecine başlanan sanat merkezi (Çalışkan, 2011, s.1) 2009 yılında kullanıma açılmıştır. Sanat merkezinin içinde yer alan büyük salon dikdörtgen (ayakkabı kutusu) plan tipinde olup, 1087 kişiliktir. Konser salonunun ana işlevi senfoni müzik olup diğer işlevleri, oyunsuz konser şeklinde opera ve konferans kullanımıdır. (URL-2). Bu nedenle iç mekân akustiği öncelikle senfonik müzik kullanımı düşünülerek kurgulanmıştır.

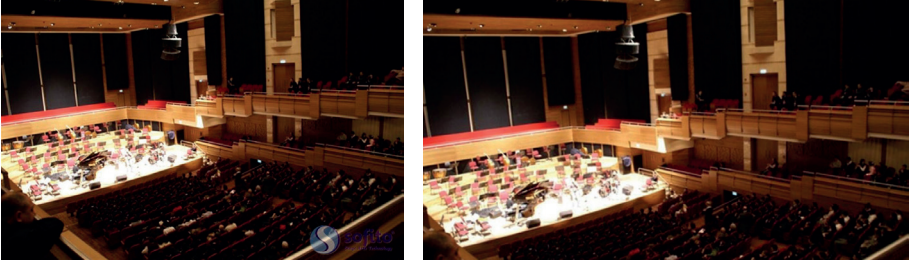
Konser salonunda senfonik müzik kullanımı için oluşturulan iç mekân planlamasında, iç mekân yüzeylerinde saçıcı ahşap elemanlar, yansıtıcı özellikte içbükey ve dışbükey cam lifi takviyeli döküm alçı, kapı hizalarında kullanılan dolgulu ve cilalı traverten plakalar ve balkon yüzeylerinde kullanılan ahşap kaplamalardan oluşan saçıcı yüzeyler kullanılmıştır (URL-3). Bu malzemelerin yansıtıcı ve saçıcı özellikte olması mekânın senfonik müzik kullanımı için uygun çınlama süresi değeri sağlamaktadır. Sonrasında ise diğer yan işlevler için değişken akustik tasarım yaklaşımlarından; kullanıcı sayısını değişebilir tasarlama ve yüzeylerin akustik emilimini değişebilir tasarlama yaklaşımlarından faydalanılmıştır.

Konser Salonunda kullanılan kullanıcı sayısını değişebilir tasarlama yaklaşımında hareketli sahne asansörü tercih edilmektedir. Bu sahne asansörü 3 kademede konumlandırılabilir. 1. kademede orkestra çukurunu oluşturmakta, 2. kademede salona 2 ek oturma sırası ile toplamda 43 adet oturma elemanı ekleyebilmeyi sağlamakta, 3. Kademede ise sahne alanını büyütme için kullanılmaktadır. Buna ek olarak sahne bölümünde bulunan 49 kişilik oturma elemanlarının orkestra çukuruna taşınması ve depolanmasında kullanılabilmektedir (URL-2). Böylece salona toplamda 92 adet oturma elemanı eklenip çıkartılabilmektedir (Görsel 9).



Görsel 9. AASSM Büyük Salonu Sahne Asansörü Kullanımı Plan (a), Kesit (b), sahne asansörü (A) ve koltuk arabası (B) (Çizim: Tozkoparan Mimarlık)

Konser Salonunda kullanılan yüzeylerin akustik emilimini değişebilir tasarlama yaklaşımında, hem akustik perde sistemlerinden hem de hareketli panel sistemlerinden faydalandığı görülmektedir. Duvarların önünde dikey olarak hareket ettirilebilen perdeler özellikle konferans gibi konuşma işlevlerinde yutuculuğu artırmak için kullanılmaktadır (Görsel 10). Bunun yanında sahnenin arka duvarında bir yüzeyi yutucu özellikle diğer yüzeyi yansıtıcı özellikte olan manuel olarak döndürülebilen 13 adet hareketli panel kullanılmıştır (URL-3). Bu sistemler ihtiyaç olunan akustik değerler için farklı oranlarda kullanılabilmektedir.



Görsel 10. AASSM Büyük Salon Duvarlarında Perdelerin Açık(a) ve Kapalı(b) Kullanımı (Fotoğraf: Mehmet Yasa) (URL-3).

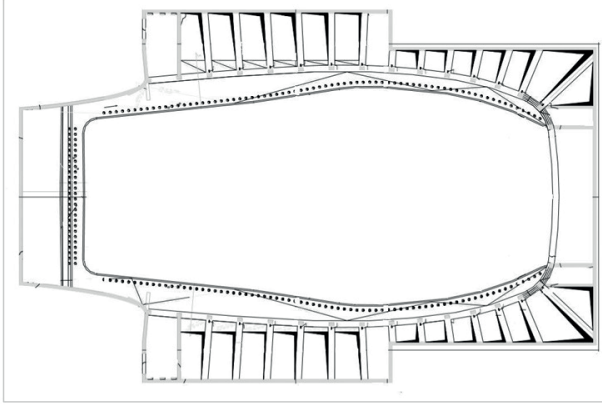
Konser salonunda ihtiyaca göre kullanılan hareketli sahne asansörleri, perdeler ve hareketli panel sistemleri ile 1,99 sn ile 0,86 sn aralığında çınlama süresi değerleri elde edilebilmektedir (Aslantaş, 2020, s. 114-115).

Bela Bartok Ulusal Konser Salonu

ZDA mimarlığın Macaristan'da inşa ettiği 2005 yılında kullanıma açılan Bela Bartok Ulusal Konser Salonu Budapeşte Sanat Sarayı'nın içinde yer almaktadır (URL-4). Salon Ayakkabı kutusu plan tipinde sahip olup, 1800 kişiliktir (URL-4). Mekânın ana işlevi senfonik müzik amaçlı konser olup diğer işlevleri, dünya müziği, opera ve hafif müzikli konser salonu kullanımıdır (URL-5).

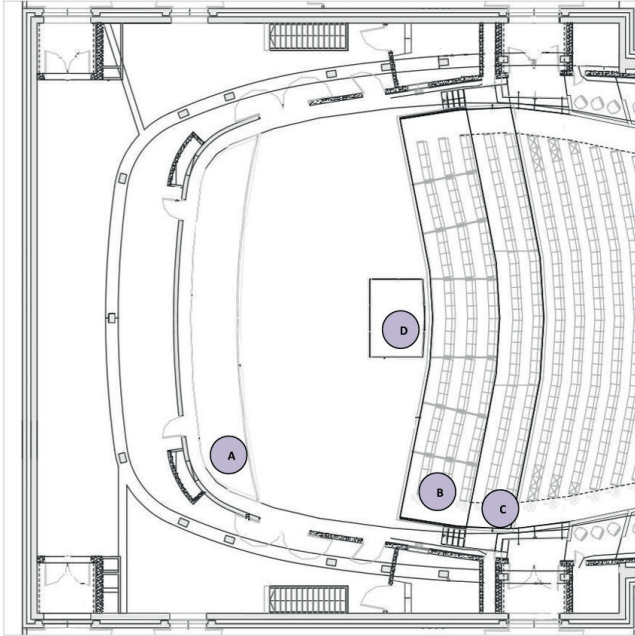
Senfonik müzik kullanımı için oluşturulan iç mekân planlamasında, yansıtıcı özellikte Kanada akça ağacı zemin ve koltuklarda ise Şili kiraz ağacı kullanılmıştır. Yankı odası kapıları ise betonarme üzeri renkli sıva kaplı olmasının yanı sıra girinti çıkıntılarıyla saçıcı özellikte tasarlanmıştır. Benzer şekilde balkon önlerinde bulunan açılabilir ahşap kaplamalarda saçıcı özellikte tasarlanmıştır. Çünkü müzik işlevli iç mekânlarda, yüzeylerin yansıtıcı ve saçıcı özellikte olması müziğin canlılığı için önemli görülmektedir (URL-6). Salonda diğer işlevler için değişken akustik tasarım yaklaşımlarından; iç mekân hacmini değişebilir tasarlama, kullanıcı sayısını değişebilir tasarlama ve yüzeylerin akustik emilimini değişebilir tasarlama yaklaşımlarından faydalanılmıştır.

İç mekân hacmini değişken tasarlama yaklaşımda, salonda yankı odalarının kullanıldığı görülmektedir. İç mekânın bitişğinde hareketli kapılarla mekâna açılabilen 58 adet yankı odası (URL-5) yaklaşık 6.000 m³ olup mekâna eklendiğinde toplam hacmi 40.000 m³ yapmaktadır (Gonda, 2006, s.15). Ayrıca yankı odalarının iç mekân yüzeylerinde kullanılan dikey perdeler ile de, yankı odasının kullanımı ile mekânın toplam yutuculuğu değiştirilebilmektedir (URL-6).(Görsel 11).



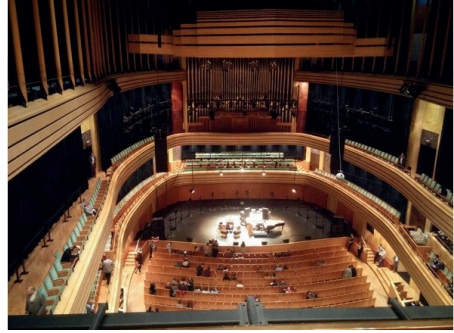
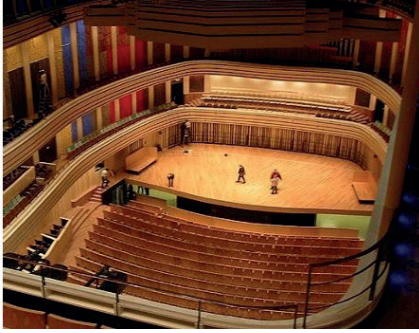
Görsel 11. Bela Bartok Ulusal Konser Salonu'nun Bitişigindeki Yankı Odaları (URL-6)

Konser salonunda kullanıcı sayısını değişebilir tasarlama yaklaşımlarında sahne asansörlerinden faydalandığı görülmektedir. Konser salonunda hem sahnenin farklı müzik grup sayılarına uygun boyuta getirilebilmesi hem de dinleyici alanının değiştirilebilmesi için bir adet piyano asansörü, 2 adet sahne önü asansör sistemi ve 1 adet de sahne arkası asansör sistemi kullanılmıştır. Bu asansörlerin kullanımı veya kullanılmama durumlarında sahne alanı 200 m², 250 m² ve 290 m² olabilmektedir (Görsel 12).(URL-6).



Görsel 12. Bela Bartok Ulusal Konser Salonu Değişken Sahne Tasarımı: Sahne Arkası Asansörü (A), Sahne Önü Asansörleri (B ve C) ve Piyano Asansörü (D). (URL-6)

Konser Salonunun yüzeylerin akustik emilimini değişebilir tasarlama yaklaşımına bakıldığında ise, akustik perde sistemlerinden faydalandığı görülmektedir. Senfonik müzik kullanımı için yansıtıcı ve saçıcı özellikte olan iç mekânın bu özellikteki duvarların akustik yutuculuğunu değiştirmek için motorlu sistemler yardımıyla yatay olarak hareket ettirilebilen perde sistemleri tercih edilmiştir. Böylece yansıtıcı ve saçıcı olan duvar yüzeyleri perde sistemlerinin kullanımı durumunda yutucu özellik kazanmıştır (Görsel 13).



Görsel 13. Bela Bartok Ulusal Konser Salonu Aktif Perde Sisteminin Kapalı (a) ve Açık (b) Kullanımı (URL-6)

Konser salonunda farklı kombinasyonlarda kullanılabilen yankı odaları, sahne asansörleri ve perde sistemleri ile iç mekânda, çınlama süresi 1,4 ile 2,2 saniye aralığında çınlama değerleri sağlanabilmektedir (URL-7).

Miskolc Sanat Sarayı Konser Salonu

Macaristan'ın Miskolc şehrinde bulunan Miskolc Sanat Sarayı Konser salonu 2006 yılında sinema salonundan ana işlevi senfonik müzik olan ve farklı işlevler içinde (tiyatro, güçlendirilmiş müzik, klasik müzik) kullanılabilen bir salona dönüştürülmüştür (Rougier ve Schmich, 2010, s.2). Bu nedenle iç mekân ana işlev dâhil bütün işlevlerin çınlama süresi değerleri için değişken çınlama süresi sağlayabilen elektro akustik sistemlerden faydalanılarak dönüştürülmüştür.

Konferans Salonunda değişken çınlama süresi sağlayabilen bir elektro akustik sistem olan CARMEN yankı kontrol sistemi kullanılmıştır. Carmen sisteminin bir hücresi; bir mikrofon, bir hoparlör ve bir sinyal işleme biriminden oluşmaktadır. Bu hücreler yan yana gelerek bir sanal duvar oluşturur (Rougier ve Schmich, 2010, s.2). Bu duvarın sesi ne kadar yansıtıp, ne kadar yutacağı sistemden değiştirilerek değişken çınlama süresi değerleri oluşturulabilir. Bu konser salonunda ise toplamda 24 adet aktif CARMEN hücre kullanılmıştır (Rougier ve Schmich, 2010, s.2). Görsel 14 sahne alanında kullanılan aktif hücreler gösterilmektedir.



Görsel 14. Salonun Sahne Bölümündeki Aktif Hücre Yerleşimi (Rougier ve Schmich, 2010, s.3).

Yüzeylerde ek yankılanmalar yaratarak hacmin yankılanmasını uyaran bu elektronik sistemle mekân teknik destek alınarak değişken çınlama süresi değerleri ile Görsel 16'daki dokuz farklı işlevde kullanılabilir.

İşlev	Çınlama Süresi (sn.) (500Hz)	CARMEN kontrol sistemi
Konferans, Güçlendirilmiş müzik	1,3	KAPALI
Tiyatro	1,3	KAPALI
Oda müziği, küçük topluluklar solo resital	1,6	AÇIK
Opera, şarkı resitali	1,9	AÇIK
Dinleyici olmayan provalar için Konçertosu (orkestra ile solo)	1,7	AÇIK
Konçerto + (orkestra ile solist)	1,8	AÇIK
Klasik senfoni	1,8	AÇIK
Romantik senfoni	2,0	AÇIK
Koro, koro ile gösteri	2,1	AÇIK
Oratorio, symph orkestrası koro ile	2,2	AÇIK

Görsel 15. Palace des Arts'taki CARMEN Sisteminin Akustik Konfigürasyonları (Rougier ve Schmich, 2010, s.3).

Tüm bu bilgilerden hareketle, çalışmada incelen ve ana işlevi senfonik müzik kullanımı olan üç konser salonundan, Bela Bartok Ulusal Konser Salonu ve Ahmed Adnan Saygun Sanat Merkezi Büyük Salonu değişken çınlama süresi değerlerinde benzer olarak kullanıcı sayısını ve yüzeylerdeki akustik emilimi değişebilir tasarlama yaklaşımlarından faydalanmıştır. Her ikisi de bu yaklaşımlarda hareketli sahna asansörü ve perde sistemlerinden faydalanmış,

Ahmed Adnan Saygun Sanat Merkezi Büyük Salonu'nda farklı olarak hareketli panel sistemlerinden de faydalanılmıştır. Bela Bartok Ulusal Konser Salonu'nda ise diğerinden farklı olarak iç mekân hacmini değişebilir tasarlama yaklaşımından da faydalanmış ve yankı odası kullanılmıştır. Her iki iç mekân da gerek diğer işlevlerinin ve kapasitenin farklı olması gerek faydalanılan değişebilir akustik tasarım yaklaşımlarındaki farklılaşmalar ile farklı değerlerde çınlama süresi değerleri sağlamıştır. Miskolc Sanat Sarayı Konser Salonu'nda ise her iki konser salonundan tamamen farklı olarak değişebilir çınlama süresi sağlayabilen elektro akustik sistemlerden faydalanılmıştır. Bu sistemle iç mekânda herhangi bir değişkenlik sağlanmadan direkt olarak sistemden istenilen akustik parametre değerleri el edilmiştir (Görsel 16).

Projenin Adı	İç Mekân Tasarımının Planlaması		Değişken Akustik Tasarım Yaklaşımları	Değişken Akustik Sistemler	Değişken Çınlama Süresi (Sn) Değerleri
Ahmed Adnan Saygun Sanat Merkezi Büyük Salonu	Ana işlev	Senfonik müzik	Kullanıcı sayısını değişebilir tasarlama	Hareketli sahne asansörleri	0,86 - 1,99
	Yan işlevler	Oyunsuz konser, opera, Konferans			
	Kapasite	1087 kişilik	Yüzeylerin akustik emilimini değişebilir tasarlama	Perde sistemleri ve hareketli paneller	
	Plan tipi	Ayakkabı kutusu (Dikdörtgen)			
Bela Bartok Ulusal Konser Salonu	Ana işlev	Senfonik müzik	İç mekân hacmini değişebilir tasarlama	Yankı odası	1,4 - 2,2
	Yan işlevler	Klasik müzik, Opera, Dünya müziği, Hafif müzikli konser	Kullanıcı sayısını değişebilir tasarlama	Hareketli sahne asansörleri	
	Kapasite	1800 kişilik	Yüzeylerin akustik emilimini değişebilir tasarlama	Perde sistemleri	
	Plan tipi	Ayakkabı kutusu (Dikdörtgen)			
Malviç Sanat Sarayı Konser Salonu	Ana işlev	Senfonik müzik	Değişken çınlama süresi sağlayabilen elektro akustik sistemler	CARMEN yankı kontrol sistemi	1,3- 2,2
	Yan işlevler	Konferans, oda müziği, opera,tiyatro, güçlendirilmiş müzik, klasik müzik			
	Kapasite	580 kişilik			
	Plan tipi	Dikdörtgen			

Görsel 16. İncelenen Projelerde Kullanılan Değişken Akustik Tasarım Yaklaşımları ve Sağlanan Çınlama Süresi Değerleri (Aslantaş, 2020, s.114-115).

DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Literatürde iç mekân tasarımı alanında akustik tasarım yaklaşımlarına yeteri kadar değinilmemesini problem edinen çalışma, birden fazla işlevin akustik koşullarının iç mekânda sağlanabilmesine yönelik değişken tasarım yaklaşımları

öngören değişken akustik tasarıma odaklanmaktadır. Literatür taraması yapılarak değişken akustik tasarım yaklaşımları; iç mekân hacmini değiştirebilir tasarlamak, kullanıcı sayısını değiştirebilir tasarlamak, yüzeylerin akustik emilimini değiştirebilir tasarlamak ve değişken çınlama süresi sağlayabilen elektro akustik sistemler kullanmak olarak dört başlıkta ele alınmıştır. Bu yaklaşımların iç mekândaki kullanımlarının analiz edilmesi için, aynı ana işleve sahip ve diğer işlevlerin akustik koşulları sağlayabilmek için benzer ve farklı tasarım yaklaşımları kullanan üç uygulanmış proje; Ahmed Adnan Saygun Sanat Merkezi Büyük Salonu, Bela Bartok Ulusal Konser Salonu ve Malviç Sanat Sarayı Konser Salonu olarak belirlenmiştir. Çalışmada seçilen üç örnek projenin de aynı ana işleve sahip olmasına özellikle dikkat edilmiştir. Çünkü iç mekân akustiği ilk olarak ana işleve göre yapılmakta, sonra yan işlevlerin akustik koşulları için değişken akustik tasarım yaklaşımlarına başvurulmaktadır. İncelen örnek çalışmalarda ana işlevin aynı olması diğer işlevlerde kullanılan değişken tasarım yaklaşımlarının tespitini kolaylaştırmaktadır. Ayrıca iç mekân da her hangi bir değişken yapı elemanı kullanmadan, istenilen akustik parametrelerin elektro akustik bir sistemle de çözümlenebileceğini göstermek amacıyla incelenen örnekler arasında Malviç Sanat Sarayı Konser Salonu'na yer verilmiştir.

Üç konser salonundan, Ahmed Adnan Saygun Sanat Merkezi Büyük Salonu'nda kullanıcı sayısını ve yüzey emilimini değiştirebilir tasarlama yaklaşımlarından, Bela Bartok Ulusal Konser Salonu'nda iç mekân hacmini, kullanıcı sayısını ve yüzey emilimini değiştirebilir tasarlama yaklaşımlarından, Malviç Sanat Sarayı Konser Salonu'nda ise değiştirebilir çınlama süresi sağlayabilen elektro akustik sistemlerden faydalanılmıştır. Her üç konser salonunda da bu yaklaşımlarla istenilen çınlama süresi değerlerinin sağlandığı görülmektedir. Böylece çalışmada çok işlevli konser salonlarında değişken akustik koşulların sağlanabilmesi için kullanılabilecek yaklaşımlar ve bu yaklaşımlarını kullanım çeşitliliği 'konser salonları' üzerinden ortaya konulmuştur. Bu yaklaşımların literatürde hep büyük ölçekli akustik mekânlarda ele alındığı görülmekte ve diğer iç mekânlarda kullanılabileceğinin vurgulanmadığı görülmektedir. Çalışmada ortaya konulan bu yaklaşımlar konferans salonu üzerinden ele alınmış olsa da birçok farklı işlevdeki eğitim, çalışma, yaşam veya kamusal vs. iç mekânlarda da bu yaklaşımlardan faydalanılabilir. Bu anlamda bu çalışma bu akustik yaklaşımların diğer iç mekânlarda kullanımına referans sağlayabilir ve değişken akustik yaklaşımların farklı iç mekânlarda kullanımının önünü açarak yeni bir bakış sağlayabilir. Bu nedenle çalışmada ortaya konulan verilerin tasarımcılara, iç mekânın akustik tasarımında yol gösterici olabileceği düşünülmektedir.

Farklı iç mekân konseptlerinde bu yaklaşımların kullanılabilmesi için öncelikle iç mekânın mevcut durumunun bu yaklaşımların kullanımı için uygun olması

gerekir. Sırasıyla bu yaklaşımlara baktığımızda; İç mekân hacminin değişebilir tasarlanması için, hareketli asma tavan sistemlerinde mekânın tavan hareketine izin verecek yükseklikte olması gerekir. Hareketli duvar sistemleri için de sahne ya da iç mekân boyutlarının bu harekete izin verebilecek ölçülere ve detaya sahip olması gerekir. Aynı şekilde yankı odası eklemek için tasarımın en başında sürece dâhil olunması gerekebilir ya da iç mekânın bitişindeki mekânlar sonradan yankı odası olarak kurgulanabilir. Kullanıcı sayısını değişebilir tasarlamak için, iç mekân zeminin buna yeterli alanı sağlayabiliyor olması gerekir. Bu anlamda hareketli oturma elemanları farklı depolama özellikleri ile daha az alana ihtiyaç duyduğundan daha avantajlı olabilir. İç mekân yüzeylerindeki emilimi değiştirebilmek için de yüzeylerde hareketli panel sistemleri kullanılması durumunda bu panellerin dönme, katlanma gibi eylemlerine izin verecek genişlikte ve yükseklikte iç mekân tefrişlerinin yapılması gerekir ya da uygun iç mekân boyutlarına göre farklı depolama özelliklerine sahip sistemler tercih edilebilir. Bu anlamda perde sistemleri alanın sınırlı olması durumunda daha kullanışlıdır. Değişken elektro akustik sistemlerden faydalanılması durumunda ise akustik alanında uzman kişilerden teknik destek alınmalıdır. Bu sistemler istenilen çınlama süresi değerlerini sağlasa da maliyetli olabilmektedir.

Bu çalışmadan sonra yapılabilecek diğer araştırmalar iki ekseninde geliştirilebilir. Birincisinde değişebilir özellikle yapı sistemleri üzerinden değişken akustik tasarım yaklaşımları geliştirilebilir ve farklı işlev kombinasyonları için kullanım biçimleri çeşitlendirilebilir. İkinci ekseninde, çalışmada konferans salonu üzerinden incelenen bu yaklaşımlar, eğitim, ofis, yaşam alanları gibi iç mekânlar üzerinden, mevcut durumla ilişkisine de değinilerek değerlendirilebilir veya örnek uygulama projesi geliştirilebilir. Böylece iç mekân ve akustik alanındaki yaklaşımların çalışma evreni genişletilebilir.

KAYNAKÇA

- Aslantaş, S. (2020). Değişken Akustik Tasarım (629308). [Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp
- Asselineau, M. (2015). Building Acoustics. CRC Press
- Barron, M. (2010). Auditorium Acoustics and Architectural Design (4th ed.). London and New York: Spon Press.
- Çalışkan, Mehmet. (2011). Ahmet Adnan Saygun Sanat Merkezi'nin Akustik Özellikleri. Mimarlık Dergisi. 37. URL'si.
- <http://mimarlikdergisi.com/index.cfm?sayfa=mimarlik&DergiSayi=373&RecID=2654>
- Egan, M. D. (2007). Architectural acoustics. USA: J.Ross Publishing.
- Ergin, D. (2014). Gelişen Teknoloji Işığında Performans Mekânlarında İşitsel Konfor Gereksinimleri ve Akustik Tasarım Yaklaşımlar (378444). [Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp
- Ermann, M. (2015). Architectural Acoustics Illustrated. Wiley.
- Eşmebaşı, M. (2019). Slot-perforated panel system proposal for variable acoustic solutions (599007). [Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp
- Everest, F.A. (2001). Master Handbook of Acoustics (4 Edition). USA: McGraw Hill Companies, Inc.
- Everest, F. A., & Pohlmann, K. C. (2009). Master Handbook of Acoustics (5. Edition). USA: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Gonda, F. (2006). National Concert Hall in the Palace of Arts, Budapest. Structural Engineering International journal. 1, 15-17.
- Holden, M. (2016). Acoustics of Multi-Use Performing Arts Centers. CRC Press.
- Kayan, H. Z., & Tekin, Ç. (2013). İç Mekânda İşitsel Konfor Ve Estetik. 3. Ulusal İç Mimarlık Sempozyumu. 210-221.
- Kendall, S. (2006). An Introduction to Open Building: Harnessing Industry for a Dynamic and People-Centered Built Environment. INO Symposium. [Sunum]. Bern.

Long, M. (2014). Architectural Acoustics (2.Edition). Boston: Elsevier Academic Press.

Rougier, C., & Schmich, I. (2010). Contrôlé actif de l'acoustique du "Palace des Arts", Miskolc, Hongrie. 10ème Congrès Français d'Acoustique. Lyon

Sak, R., Şahin-Sak, İ., Öneren Şendil, Ç. & Nas, E. (2021). Bir Araştırma Yöntemi Olarak Doküman Analizi. Kocaeli Üniversitesi Eğitim Dergisi (Online), 4(1), 227 - 250. URL'si <http://doi.org/10.33400/kuje.843306>

Seven, Y. (2020). Mevcut tip kültür merkezlerinde yer alan çok amaçlı salonların değişken akustik konfor koşullarının iyileştirilmesine yönelik bir yöntem önerisi, uygulanması ve sınanması (629673). [Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Türkmen, R. (2013). Oditoryumlarda Akustik Performansın İyileştirilmesine Yönelik Tasarım Parametrelerinin Geliştirilmesi ve Bir Örneklem (442393). [Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

TDK, 2024. Türk Dil Kurumu

Özturan, Ö. (2010). Teknolojik Gelişmelerin İç Mekan Biçimlenişine Etkisi. Tasarımda Genç Bakışlar, 125-137. URL'si. <https://www.icmimarlikdergisi.com/wp-content/uploads/2015/05/M00325.pdf>

YÖKTEZ, 2024. Yüksek Öğretim Kurumu Tez Merkezi

İNTERNET KAYNAKLARI

URL-1: Figueras Seating | Seats provider and movable seating solutions Erişim tarihi: 23.06.2024, saat: 23.00.

URL- 2. <https://www.aassm.org.tr/tr/buyuksalon/36/> Erişim tarihi: 23.06.2024, saat: 23.00.

URL-3: Adnan Saygun Sanat Merkezi (sofito.com.tr) Erişim tarihi 16.06.2024, saat: 12.00.

URL-4: <https://zda.hu/hu/zda-project/muveszetek-palotaja-budapest/> Erişim tarihi: 23.06.2024, saat: 23.00.

URL-5: <https://www.mupa.hu/en/about/the-building/bela-bartok-national-concert-hall> Erişim tarihi: 23.06.2024, saat: 23.00.

URL-6. Bartók Béla Nemzeti Hangversenyterem | Kultúra | Épületek | Kitervezte.hu Erişim tarihi: 23.06.2024, saat: 23.00.

URL-7. BARTÓK BÉLA NEMZETI HANGVERSENYTEREM - PDF Free Download (docplayer.hu) Erişim tarihi: 23.06.2024, saat: 23.00.

GÖRSEL KAYNAKLAR

Görsel 1: Aslantaş, S. (2020). Değişken Akustik Tasarım (629308). [Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi] [Tablo]

Görsel 2. Yapı Sisteminde Değişkenlik Kavramının İrdelenmesi (Kendall, 2006, s.13). [sunum bildirisi]

Görsel 3. Hareketli Asma Tavan Uygulamaları. a) Bütünsel, b) Parçalı, c) Açılabilir-Kapanabilir (Aslantaş, 2020, s.38). [çizim]

Görsel 4. Sahne Bölümündeki Orkestra Kabuğu ve Sahne Önü Duvarı (Egan, 2007, s. 139) [çizim]

Görsel 5. Yankı Odası Planı (Ermann, 2015, s.70) [çizim]

Görsel 6. Figueras Seating | Seats provider and movable seating solutions Erişim tarihi: 23.06.2024, saat: 23.00.

Görsel 7. Duvarda akustik emilimi değiştiren Perdeler (Everest and Pohlmann, 2009, s. 278). [çizim]

Görsel 8. Hareketli Panel Uygulama Çeşitleri (Everest ve Pohlmann, 2009, s. 280-287). [çizim]

Görsel 9. AASSM Büyük Salonu Sahne Asansörü Kullanımı Plan (a), Kesit (b), sahne asansörü (A) ve koltuk arabası (B) (Çizim: Tozkoparan Mimarlık)

Görsel 10. [Fotoğraf]Adnan Saygun Sanat Merkezi (sofito.com.tr) Erişim tarihi 16.06.2024, saat: 12.00.

Görsel 11. Bartók Béla Nemzeti Hangversenyterem | Kultúra | Épületek | Kitervezte.hu

Görsel 12. Bartók Béla Nemzeti Hangversenyterem | Kultúra | Épületek | Kitervezte.hu

Görsel 13. Bartók Béla Nemzeti Hangversenyterem | Kultúra | Épületek | Kitervezte.hu

Görsel 14. Salonun Sahne Bölümündeki Aktif Hücre Yerleşimi (Rougier ve Schmich, 2010, s. 3). [Fotoğraf]

Görsel 15. Palace des Arts'taki CARMEN Sisteminin Akustik Konfigürasyonları (Rougier ve Schmich, 2010, s. 3). [Tablo]

Görsel 16. İncelenen projelerde Kullanılan Değişken Akustik Tasarım yaklaşımları [Tablo]